中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）40(4)：365～374（1991）

玉米開花期、吐絲期、頂穗節位及葉數之全互交分析[1]

謝光照　盧煌勝　何千里[2]

摘要：六個玉米自交系親本及其三十個單交組合，於1989年秋裡作及1990年春作進行田間試驗，開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉數等四項性狀之資料利用 Griffing 方法一作全互交分析。綜合變方分析結果顯示四項性狀在期作間、品系間及期作 x 品系交感作用均呈顯著。春作比秋裡作開花期、吐絲期稍遲，頂穗節位及總葉片數則較多。雜交種比自交系較早開花、吐絲，及有較多的頂穗節位與總葉片數。四項性狀均由累加性及非累加性基因共同作用，且有正反交效應。GCA/SCA 比值春作大於秋裡作。一般組合力效應、特殊組合力效應及雜種優勢值均隨期作而有變異。開花期及吐絲期之雜種優勢爲秋裡作大於春作，而頂穗節位及總葉片數則春作大於秋裡作。參試六個親本中，以 Hi 31具有較大之 GCA 正效應及最多之頂穗節位及總葉片數，爲最具潛力之自交系。由於正反交的結果並不一致，自交系之 GCA 又無法預測雜交種之表現，加上期作間之差異明顯，因此，本試驗結果建議：針對此四項性狀，F_1雜交組合父母本之選定必須愼重，不可倒置；評估試驗中應包括自交系本身及雜交種之表現，同時試驗季節應涵蓋春作及秋裡作。

關鍵詞：玉米，全互交分析，基因型與環境交感效應，一般組合力，特定組合力，正反交效應，雜種優勢。

玉米生育至雄穗開花所需時間的長短，與植株乾物質累積量及子粒產量均有密切的關係（Corke and Kannenberg，1989）。Troyer and Hallauer（1968）的研究發現玉米子粒產量與開花期、吐絲期成正相關，一般具有較高子粒產量的品種，都具有較遲吐絲及較晚成熟的特性。而玉米吐絲期極易受環境影響（陳及連，1989），生長期間若溫度低，開花期與吐絲期則有延遲的現象（謝等，1989）。Bonaparte（1977）、Ottaviano and Camussi（1981）及呂等（1977）、均指出玉米的開花期及吐絲期受一般組合力（general combining ability，GCA）及特殊組合力（specific combining ability，SCA）效應共同作用，其中以 GCA 所佔的比例較大，且至少受四對有效基因所控制（Bonaparte，1977）；開花期有 GCA x 環境之交感作用存在，環境因子中溫度效應遠大於日長效應（Russell and Stuber，1985）；開花期及吐絲期有明顯的雜種優勢存在，雜交種一般較自交系提早開花及吐絲（呂，1986）。

玉米光合產物供源的大小與葉面積、葉片數關係密切，葉片被認爲是玉米最重要的供源器官，而葉片數與產量有顯著的相關（Tollenaar and Hunter，1983； Yamaguchi，1974）。葉片數的多寡除受品種控制外，也受溫度及光週期修飾而改變，在較長日照及較高溫度下，植株一般具有較多的葉片數（Hesketh *et al.*, 1969）。Hunter *et al.*,（1974）及 Russell and Stuber（1983）均發現葉片數受光週期的反應，每增加1小時光照時間，則葉片數增加0.71片（Warrington and Kanemasu，1983）。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1590 號。
2. 本所農藝系助理員、研究員及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

基因型與環境之交感作用普遍存在於栽培作物之品系間，尤其數量性狀之表現（Fisher，1926）。Russell and Stuber (1958)由全互交分析顯示，玉米植株總葉片數的 GCA 均方與GCA x 環境之交感遠超過 SCA 均方，顯示總葉片數的 GCA 效應遠較 SCA 重要，且易受環境影響。Wu(1987)認爲玉米葉片數明顯的受累加性基因所控制，葉片數多者爲部份顯性（Bonaparte，1977），沒有正反交效應（Rood and Major，1981；Russell and Stuber，1983），且有雜種優勢存在（Rood and Major，1981）。

單一植株上，玉米不同節位葉片的光合作能力不同，植株上層的葉片光合能力大於下層葉片，因此植株上層對子粒產量的貢獻較大（Hoyt and Bradfield，1962）。上部及穗位上下位置的葉片，光合產物主要供給穗部的發育所需（Fairy and Daynard，1978；Hume and Campbell，1972），因此穗位所在的位置與子粒的充實發育有密切關係。Warrington and Kanemasu (1983) 研究指出，玉米頂穗所在節位，隨總葉片數改變，在頂穗以上的葉片數，一般爲固定常數，而Harvill *et al.* (1978) 認爲穗位高主要由累加性基因控制，可經由選拔來改良穗位，穗位高的降低，是由於頂穗上位節數增加，或下位節數減少之故。

本試驗以全互交分析方法，進行開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉片數四項性狀之遺傳分析，並探討期作環境變異對性狀表現之影響，作爲育種選拔之參考。

材料與方法

本試驗所使用的材料，計有下列6個自交系，其代號及背景資料詳如表1

表1. 六個參試自交系之背景資料

Table 1. Backgrounds of the six inbred lines evaluated.

Code	Inbreds	Pedigree	Origin	Kernel type
A	Hi 25	(B14A × MV source) BC_4	Hawaii，USA	Dent
B	Hi 31	(B68 × MV source) BC_5	Hawaii，USA	Dent
C	Hi 33	(Mo17 × MV source) BC_5	Hawaii，USA	Dent
D	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint
E	SW 654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
F	TA80-2598-44	(TA80-2598 × Suwan-1) BC_3	TARI, Taiwan	Flint

上述六個自交系親本及其進行全互交組合所得之三十個 F_1，於1989年秋裡作(10月7日播種)及1990年春作(2月16日播種)在農試所試驗進行兩期作田間試驗。試驗採逢機完全區集設計，四重複，小區行長4m，行株距80×10 cm，3行區，兩粒播，發芽後一週先行間拔，每穴留一株，至5葉齡時進行葉位標定後，間拔爲80×20cm，然後進行培土管理。基肥以臺肥39號複合肥料每行130g (N：P_2O_5：K_2O=12：18：12)在播種前施於播種溝內，澆水後播種，並以 Atrazine 殺草劑進行萌前處理。生育期間調查下列四項農藝性狀：

(1)開花期(days to tasseling)：係指由播種日起至小區中50%植株雌穗開始開花所需之日數，以天表示。

(2)吐絲期 (days to silking) 由播種日起至小區中50%植株雌穗開始吐絲所需之日數，以天表示。

(3)頂穗節位 (top-ear node) ：於植株吐絲後，每小區逢機選10株，由莖頂往下數至最上面雌穗所在之節位，以平均值表示。

(4)總葉片數 (tolat leaf number) ：於植株5葉齡時，標定葉位，等吐絲後每小區逢機選10株計算總葉片數，並平均之。

以上調查資料先進行變方分析及平均值顯著性測驗，然後再以 Griffing (1956) 氏方法1進行全互交分析，估算並比較 GCA 、SCA 及正反交效應 (reciprocal effect，RE) 的差異。雜種優勢係以〔 $(Y_{ij}+Y_{ji})/2-(Y_{ii}+Y_{jj})$ 〕/2/ $(Y_{ii}+Y_{jj})/2\times100$表示之；$Y_{ii}+Y_{jj}$ 分別爲二自交親本，Y_{ij} 及 Y_{ji} 爲其正反交雜種。

結果與討論

二期作所得之資料，經變方分析結果，開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉片數等在期作間、品系間及品系×期作之交感作用均達極顯著 (表2) 。此結果印證了 Yamaguchi (1974) 、Rood and Major (1981) 、Ottaviano and Camussi (1981) 及呂等 (1986) 之研究發現。

表2. 六個自交及全互交雜種之綜合變方分析 (1989年秋裡作及1990春作) 。

Table 2. Combined analysis of six inbreds and their diallel hybrids evaluated in winter of 1989 and spring of 1990.

Source of variation	Degree of freedom	Mean squares			
		Days to tasseling	Days to silking	Top-ear node	Total leaf number
Season	1	783.42**	657.03**	1.87**	56.18**
Block/season	6	0.36	0.18	0.10	0.04
Genotype	35	65.58**	52.11**	0.97**	2.19**
Genotype × season	35	11.18**	15.01**	0.29**	2.12**
Error	210	0.70	0.79	0.05	0.96

**Significant at 1% level of probability.

六個自交系及其全互交三十個雜交種之開花期，吐絲期、頂穗節位、總葉片數等四項性狀在春作及秋裡的表現，分別比較之 (表3) ，平均而言，不論自交系或雜交種，四項性狀皆爲春作大於秋裡作。四項性狀在品系間亦有相當明顯的差異；一般自交系開花期、吐絲期比雜交種稍晚；但頂穗節位及總葉片數則以雜交種較多。雜交種有較高之子粒產量，與雜交種比自交系有較多的供源能力有關 (洪，1983；呂等，1986；Tollenaar and Hunter ，1983；Yamaguchi，1974) 。

GCA 與 SCA 變方的大小 ， 可用於決定基因的作用型式 ， GCA 主要受累加性基因效應所作用 ，SCA 則受顯性基因或非等位基因之相互作用所影響 (Sprague and Tatum，1942；Rojas and Sprague，1952) 。本試驗數據分析之結果，列於表4。不論春作或秋裡作，開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉片數等性狀，其 GCA、SCA 及 RE 均達極顯著，表示此四項性狀同時由累加性基因及非累加性基因共同作用，且具有正反交效應。由 GCA/SCA 比值比較，發現春作四個性狀均大於1，開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉片分別爲4.71，1.26，3.30及10.07；而秋裡作開花期及總葉片數之 GCA/SCA 比值爲2.01及4.38；吐絲期及頂穗節位則均小於1。吐絲期及頂穗節位在秋裡作似以非累加性均方所佔的比例較大。此與 Bonaparte (1977) ，Ottaviano and Camassi (1981) ，呂等 (1986) ，Russell and Stuber (1985) 及Wu (1987) 等之研究結果類似。比較春作與秋裡作之 GCA/SCA 值，發現所有性狀的 GCA/SCA 比值均爲春作大於秋裡作。GCA/SCA 比值在春作及秋裡作的不一致，可能爲累加性基因與非累加性基因的作用受到環境因子影響所致。Russell and Stuber (1985) 亦曾發現開花期及總葉片數之 GCA x 環境、SCA x 環境均有顯著的交感作用。

表3. 六個自交系及其全互交雜種之四項性狀之平均值

Table 3. Means for four traits of six inbreds and their diallel hybrids.

Inbred or hybrid	Days to tasseling (day)		Days to silking (day)		Top-ear node (no.)		Total leaf number (no.)	
	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter
A	65.0	58.0	67.0	63.5	6.7	6.3	18.7	15.8
B	73.0	69.0	76.3	71.8	7.0	7.0	19.6	18.4
C	63.0	58.5	67.0	63.3	5.7	5.9	16.0	16.4
D	68.0	64.5	69.0	69.5	6.2	6.7	18.2	18.5
E	68.0	70.8	68.0	72.5	5.9	6.4	18.1	17.9
F	67.0	68.8	68.8	71.3	7.0	5.9	19.6	17.3
Inbred $\bar{x}$	67.3	65.0	69.5	68.6	6.4	6.4	18.3	17.4
AB	66.0	65.8	68.0	68.3	7.1	6.7	19.5	17.0
AC	61.3	57.5	67.0	60.8	6.4	6.7	17.7	17.5
AD	63.0	60.5	66.0	63.5	6.6	6.6	19.0	17.1
AE	63.0	57.8	66.0	59.8	6.8	6.8	19.1	18.1
AF	63.0	59.3	64.0	61.8	7.6	7.1	19.9	16.9
BA	67.0	63.8	69.0	67.3	7.1	6.7	19.3	17.7
BC	63.8	60.0	66.0	62.8	6.8	6.6	19.7	18.4
BD	65.0	62.0	67.0	64.0	7.1	6.7	20.4	17.7
BE	66.0	61.3	66.0	61.3	7.0	7.3	20.0	18.5
BF	64.3	59.5	66.0	60.5	6.7	6.8	20.4	16.6
CA	61.3	57.0	66.0	60.3	7.0	7.1	13.5	17.2
CB	63.0	57.3	67.3	61.0	7.2	6.6	19.2	16.9
CD	62.5	59.0	66.0	63.3	6.7	7.1	17.1	17.1
CE	63.0	58.3	67.3	61.8	7.0	6.6	17.8	17.4
CF	61.5	58.3	67.0	62.0	6.8	6.9	17.2	18.0
DA	66.0	59.8	67.0	62.5	7.0	6.9	19.6	18.5
DB	66.0	65.3	69.0	67.5	7.0	6.6	19.5	17.8
DC	64.5	61.3	67.0	64.8	7.0	6.3	20.0	18.1
DE	67.0	65.0	67.0	66.8	6.4	6.9	19.1	18.1
DF	65.0	63.3	66.0	65.5	6.9	6.7	19.3	18.3
EA	63.8	58.0	64.8	60.0	7.2	6.8	19.3	17.1
EB	67.0	60.5	66.0	61.5	7.2	6.8	20.1	18.0
EC	64.0	60.5	66.0	63.5	6.9	7.0	17.5	17.3
ED	66.0	65.5	67.0	68.3	6.8	6.6	20.0	18.0
EF	66.0	61.0	67.0	62.8	7.1	7.0	19.7	18.7
FA	64.0	67.0	67.0	68.3	7.5	7.4	19.5	18.0
FB	64.3	59.0	66.0	60.0	8.2	7.4	20.8	19.1
FC	61.8	58.3	66.0	60.3	6.9	6.7	17.8	18.1
FD	66.0	62.8	68.0	65.0	7.0	6.8	19.9	18.6
FE	65.0	60.8	67.0	61.0	7.0	6.9	20.2	18.5
Hybrid $\bar{x}$	64.3	60.8	66.6	63.2	7.0	6.8	19.2	17.8
Total $\bar{x}$	64.8	61.5	67.1	64.0	6.9	6.7	19.0	17.7
L.S.D 5%	0.4	1.6	0.9	1.7	0.3	0.4	0.6	0.5
L.S.D 1%	0.6	2.1	1.2	2.3	0.4	0.5	0.8	0.7

表4. 六個自交系及其全互交雜種四項性狀之均方值

Tabie 4. Mean squares of four traits for six inbreds and their diallel hybrids.

Crop season	Source of variation	Degree of freedom	Days to tasseling	Days to silking	Top-ear node	Total leaf number
Spring	GCA	5	22.06**	6.89**	0.65**	5.87**
	SCA	15	4.68**	5.48**	0.20**	0.58**
	R E	15	0.74**	0.89**	0.06**	0.39**
	Error	105	0.02	0.10	0.01	0.04
	GCA/SCA		4.71	1.26	3.30	10.07
Winter	GCA	5	34.72**	18.50**	0.09**	1.35**
	SCA	15	17.28**	21.86**	0.17**	0.31**
	R E	15	3.15**	2.47**	0.06**	0.48**
	Error	105	0.33	0.38	0.02	0.03
	GCA/SCA		2.00	0.85	0.53	4.38

**Significant at 1% level of probability.

六個親本自交系全互交分析所獲之一般組合力效應，列如表 5 。開花期 GCA 效應，在春作A (Hi 25)、C(Hi 33) 及F(TA80-2598-44)爲負值而B(Hi31)、D(Antigua-2D)及E(SW 654)等爲正值；秋裡作環境下，A(Hi 25)、C(Hi 33)爲負值，其餘四個自交系均爲正值。其中 F(TA80-2598-44)在春作與秋裡呈現完全相反的趨勢。吐絲期方面，春作環境下，A (Hi 25)、C (Hi 33)、E (SW654) 及 F (TA80-2598-44) 爲負效應，而B (Hi 31) 及D (Antigua-2D) 爲正效應；秋裡作環境下，只有 A (Hi 25) 及 C (Hi 33) 爲負效應，其餘四個自交系均呈正效應。而頂穗節位的GCA效應，表現在春作及秋裡作，僅 D (Antigua-2D) 呈相反趨勢，其餘五個自交系則頗一致，唯其中僅以C (Hi 33) 及 F (T A80-2598-44) 兩個自交系之 GAC 在春秋作均高。

表5. 六個參試自交系四項性狀之一般組合力效應估值

Tabie 5. Estimates of general combining ability effects for four traits measured in a diallel set of six inbred lines.

Inbred	Days to tasseling (day)		Days to silking (day)		Top-ear node (no.)		Total leaf number (no.)	
	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter
A	−0.805	−1.340	−0.423	−0.819	−0.056	0.022	−0.069	−0.512
B	1.694	1.284	1.451	0.701	0.256	0.109	0.776	0.141
C	−2.118	−2.840	−0.486	−1.861	−0.243	−0.148	−1.277	−0.333
D	0.756	1.243	0.222	1.743	−0.188	−0.036	0.126	0.279
E	0.736	0.972	−0.444	0.201	−0.163	0.030	0.009	0.204
F	−0.263	0.680	−0.319	0.034	0.281	0.022	0.434	0.220
S.E. (gi-gj)	0.063	0.233	0.126	0.253	0.043	0.050	0.085	0.073

二十一個單交組合之特殊組合效應，列於表6，組合間之 SCA 效應大小變化頗大，而不同期作環境下，部份組合亦有參差之SCA效應。其中春作與秋裡作SCA值正負適得其反的有開花期之 A×F，C×E，D×F，E×F，；吐絲期之 A×C，A×F，C×D，C×F，E×F；頂穗節位之 A×C，A×D，A×E，B×C，B×D，C×F，D×E；總葉片數之 A×B，A×C，B×F，C×D，C×F，D×E，D×F等雜交組合。Russell and Stuber (1985) 認爲開花期及總葉片數之 SCA 與環境具有顯著之交感作用，本研究得到的結果與此相符。

表6. 四項性狀之特殊組合效應估值

Table 6. Estimates of specific combining ability effects for four traits measured in a diallel set of six inbred lines.

Crosses	Days to tasseling (day)		Days to silking (day)		Top-ear node (no.)		Total leaf number (no.)	
	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter
A×A	1.784	−0.847	1.486	1.048	−0.311	−0.530	−0.201	−0.887
A×B	0.784	3.277	0.361	3.777	−0.136	−0.193	−0.347	0.008
A×C	−0.652	−0.097	0.298	−0.909	−0.036	0.265	−0.093	0.458
A×D	−0.277	−1.305	−0.409	−2.013	−0.015	0.052	0.202	0.270
A×E	−1.381	−3.284	−0.868	−3.597	0.184	−0.013	0.169	0.145
A×F	−0.256	2.256	−0.868	1.694	0.313	0.419	0.269	0.004
B×B	4.784	5.652	6.236	6.256	−0.411	0.044	−1.043	0.404
B×C	−1.027	−1.347	−1.451	−1.055	0.063	−0.097	0.886	0.104
B×D	−1.777	−0.430	−0.784	−0.784	0.034	−0.159	−0.018	−0.408
B×E	−0.756	−2.909	−2.118	−3.618	0.084	0.173	0.173	0.141
B×F	−2.006	−4.243	−2.243	−4.576	0.363	0.231	0.348	−0.250
C×C	2.409	2.652	0.861	2.881	−0.711	−0.588	−0.534	−0.645
C×D	0.034	0.194	−0.347	0.027	0.384	0.123	0.636	−0.083
C×E	0.055	−0.284	0.444	0.194	0.409	0.156	−0.172	−0.283
C×F	−0.819	−1.118	0.194	−1.138	−0.111	0.140	−0.722	0.450
D×D	1.659	0.486	1.444	1.923	−0.369	0.036	−1.143	0.179
D×E	0.180	1.506	0.111	1.465	0.030	−0.030	0.323	−0.195
D×F	0.180	−0.451	−0.013	−0.618	−0.065	−0.022	−0.001	0.237
E×E	1.701	7.277	1.777	8.006	−0.719	−0.397	−0.959	−0.270
E×F	0.201	−2.305	0.652	−2.451	0.009	0.111	0.465	0.462
F×F	2.701	5.861	2.277	7.090	−0.511	0.880	−0.359	−0.904
S.E. (S_{ii}-S_{jj})	0.178	0.660	0.356	0.716	0.121	0.142	0.240	0.208
S.E. (S_{ii}-S_{ij})	0.178	0.660	0.356	0.716	0.121	0.142	0.240	0.208
S.E. (S_{ii}-S_{jk})	0.154	0.572	0.308	0.620	0.105	0.123	0.208	0.180
S.E. (S_{ij}-S_{ik})	0.141	0.522	0.281	0.566	0.096	0.112	0.190	0.164
S.E. (S_{ij}-S_{kl})	0.126	0.467	0.252	0.506	0.086	0.101	0.170	0.147

兩期作之一般組合力，特殊組合力及環境變方成分估值列如表7。就 $\hat{\sigma}^2_{gi}$ 觀之，在春作及秋裡作中，四項性狀大抵都以自交系 B (Hi 31) 及 C (Hi 33) 較高。開花期及吐絲期之 $\hat{\sigma}^2_{sij}$，以自交系 B (Hi 31) 最高，E (SW 654) 及 F (TA80-2598-44) 次之；六個自交系之頂穗節位及總葉數之 $\hat{\sigma}^2_{sij}$，在春作或秋裡作間互有高下。春作及秋裡作間 $\hat{\sigma}^2_e$ 相近的有頂穗節位及總葉片數二個性狀；開花期及吐絲期在春作及秋裡作間之 $\hat{\sigma}^2_e$ 則變異較大。

表7. 四項性狀變方成分估值

Tabie 7. Estimates of variance component for four traits measured in a diallel set of six inbred lines.

Variance component	Parental inbred	Days to tasseling		Days to silking		Top-ear node		Total leaf number	
		Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter
$\hat{\sigma}^2_{gi}$	A	0.643	1.773	0.172	0.644	0.002	0.001	0.001	0.260
	B	2.869	1.627	2.099	0.465	0.065	0.011	0.599	0.017
	C	4.484	8.044	0.229	3.437	0.058	0.021	1.629	0.108
	D	0.571	1.522	0.042	3.011	0.034	0.000	0.013	0.075
	E	0.540	0.922	0.190	0.013	0.026	0.000	0.002	0.039
	F	0.068	0.440	0.095	0.025	0.078	0.001	0.186	0.046
$\hat{\sigma}^2_{sij}$	A	1.244	5.648	0.773	7.020	0.044	0.106	0.040	0.202
	B	6.453	14.069	10.204	17.644	0.060	0.024	0.407	0.068
	C	1.581	1.882	0.611	2.124	0.162	0.089	0.385	0.169
	D	1.199	0.764	0.553	1.987	0.052	0.002	0.349	0.058
	E	1.078	15.814	1.759	19.474	0.140	0.037	0.244	0.073
	F	2.415	12.680	2.239	16.162	0.096	0.199	0.190	0.254
$\hat{\sigma}^2_e$		0.024	0.327	0.095	0.384	0.011	0.015	0.043	0.032

F_1 雜種之開花期、吐絲期及總葉片數等性之雜種優勢現象常有發現（Rood and Major，1981；呂等，1986）。本試驗中，十五個 F_1 組合各性狀的雜種優勢，不論春作或秋裡作，變異範圍均大。同一雜交組合，在期作間之雜種優勢亦有程度上的差異。就各組合之平均值而言，開花期、吐絲期的雜種優勢均表現早熟上（負值），其在秋裡作大於春作；而頂穗位及總葉片數則春作大於秋裡作的（表8）。

表8. 十五個 F_1 雜種四項性狀之雜種優勢估值

Tabie 8. Heterosis for four traits of 15 F_1 hybrids.

Hybrids	Days to tasseling (day)		Days to silking (day)		Top-ear node (no.)		Total leaf number (no.)	
	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter	Spring	Winter
A×B	−3.62	1.37	−4.86	0.18	3.28	0.75	1.44	1.46
A×C	−4.30	−1.72	−1.30	−4.54	7.66	13.64	1.59	7.61
A×D	−3.01	−1.84	−2.74	−5.26	5.06	4.63	4.75	3.65
A×E	−4.70	−10.10	−3.68	−11.95	1.16	7.11	4.08	4.31
A×F	−3.79	−0.39	−4.03	−3.53	0.62	18.52	2.88	5.45
B×C	−6.80	−8.58	−6.98	−8.33	9.84	2.72	9.44	1.29
B×D	−7.09	−5.21	−6.37	−6.90	6.46	−2.92	5.70	−3.80
B×E	−5.67	−13.35	−8.49	−14.90	0.12	5.22	6.24	0.41
B×F	−8.21	−14.44	−8.97	−15.73	1.83	10.08	5.37	0.00
C×D	−3.05	−2.24	−2.21	−3.58	5.61	6.37	8.65	0.86
C×E	−3.05	−8.12	−1.30	−7.73	9.48	10.61	3.38	1.02
C×F	−5.19	−8.45	−2.03	−9.10	7.91	14.89	−1.55	7.28
D×E	−2.21	−3.51	−2.19	−4.93	9.58	2.29	7.59	−0.83
D×F	−2.96	−5.44	−2.72	−7.28	5.73	6.35	3.98	3.36
E×F	−2.96	−12.72	−2.01	−13.91	9.77	12.20	5.98	5.98
$\bar{X}$	−4.44	−6.32	−3.99	−7.83	9.61	7.49	4.63	2.59
S.E.	1.80	4.97	2.57	4.60	4.09	5.81	2.89	3.21

育成生育日數適當，同時兼具不倒伏、高產等特性之玉米新品種，是農試所因應政府稻田轉作措施之重要工作項目之一。對於與此類性狀關係密切之開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉片數等需有更多瞭解，方能提高育種效率。一般而言，開花期、吐絲期與頂穗節位、總葉片數爲負相關。頂穗節位少者穗位通常較高，較易導致倒伏。而穗位的降低可因頂穗節位的增加及節間長度的縮減加以改變，而這些概可經由育種選拔來達成（Harvill *et al.*, 1978）

綜合本試驗結果，開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉片數四項性狀在期作間、品系間及期作 x 品系交感作用均極顯著。四項性狀均由累加性及非累加性基因共同作用，且有正反交效應。GCA/SCA 比值大於一，累加性所佔比例似乎居優勢，唯極顯著之 SCA 已顯示出自交系 GCA 並不能預測雜交種之表現；期作間 GCA/SCA 比值在春作大於秋裡作。一般組合力效應、特殊組合力效應及雜種優勢在期作間亦有變異。所有參試六個親本當中，以 Hi 31 最爲突出，其具有較大之 GCA 正效應，且有最多之頂穗節位及總葉片數，不論本身或與其他自交系所組成之單交種均表現甚優，爲深具潛力之自交系。根據以上結果建議：針對開花期、吐絲期、頂穗節位及總葉數等性狀，F_1 雜交組合中，何者作爲父本，何者作爲母本，必須特別愼重選定，不可倒置；另外，在評估試驗中，應包括自交系本身及雜交種之表現；同時試驗季節應涵蓋春作及秋裡作。

參考文獻

1. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種玉米自交系雜種優勢及組合之全互交分析。中華農業研究35(2)：145—164。
2. 洪梅珠。1983。玉米產量形成過程在春秋期作之變異及自交系與其雜種 F_1 間之相關。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
3. 陳成、連大進。1989。玉米種質與環境交感效應之研究。中央研究院植物研究所專刊第七號 pp 9—28。
4. 謝光照、盧煌勝、劉孔生、何千里、呂宗佳。1989。期作對青割玉米生長與收穫適期之影響。中華農業研究38(3)：291—305。
5. Bonaparte, E. E. N. A. 1977. Diallel analysis of leaf number and duration to mid-silk in maize. Can. J. Genet. Cytol. 19：251—258.
6. Corke, M., and L. W. Kannenberg. 1989. Selection for vegetative phase and actual felling period during in short season maize. Crop Sci. 29：607—612.
7. Fairey, N. A., and T. B. Daynard. 1978. Quantitative distribution of assimilation in component organ of maize during reproductive growth. Can. J. Plant Sci. 58：709—717.
8. Fisher, R. A. 1926. The arrangement of field experiments. J. Min. Agric. 33：503—513.
9. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9：463—493.
10. Harville, B. G., L. M. Josephson, and H. C. Kincer. 1978. Diallel analysis of ear height and associated characters in corn. Crop Sci. 18：273—275.
11. Hesketh, J. D., S. S. Chase, and D. K. Nanda. 1969. Environmental and genetic modification of leaf number in maize, sorghum, and Hungarian millet. Crop Sci. 9：460—463.
12. Hoyt, P., and R. Bradfield. 1962. Effect of varying leaf area by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. Agron. J. 54：523—525.
13. Hume, D. J., and D. K. Campbell. 1972. Accumulation and translocation of soluble solids in corn stalks. Can J. Plant Sci. 52：363—368.
14. Hunter, R. B., L. A. Hunt, and L. W. Kannenberg. 1974. Photoperiod and temperature effects on corn. Can. J. Plant Sci. 54：71—78.
15. Ottaviano, E., and A. Camussi. 1981. Phenotypic and genetic relationships between yield components in

maize. Euphytica 30 : 601—609.

16. Rojas, B. A., and G. F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials: Ⅲ. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. Agron. J. 44 : 462—466.
17. Rood, S. B., and D. J. Major. 1981. Diallel analysis of leaf number, leaf development rate, and plant height of early maturity maize. Crop Sci. 21 : 867—873.
18. Russell, W. K., and C. W. Stuber. 1983. Effects of photoperiod and temperature on the duration of vegetative growth in maize. Crop Sci. 23 : 847—850.
19. Russell, W. K., and C. W. Stuber. 1985. Genotype x photoperiod and genotype x temperature interactions for maturity in maize. Crop Sci. 25 : 152—158.
20. Sprague, G. E., and L. A. Tatum. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34 : 923—932.
21. Tollenaar M., and R. B. Hunter. 1983. A photoperiod and temperature sensitive period for leaf number of maize. Crop Sci. 23 : 457—460.
22. Troyer. A. F., and A. R. Hallauer. 1968. Analysis of a diallel set of early flint varieties of maize. Crop Sci. 8 : 581—584.
23. Warrington, I. J., and E. T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. Ⅲ. leaf number. Agron. J. 75 : 762—766.
24. Wu, G. H. 1987. Analysis of gene for three quantitative characters at different development stages in maize. Acta Genetica Sinica 14 : 363—369.
25. Yamaguchi, J. 1974. Varietal traits limiting the grain yield of tropical maize. Ⅳ. plant traits and productivity of tropical varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 20(3) : 287—304.

Diallel Analysis of Days to Tasseling, Days to Silking, Top-ear Node and Total Leaf Number in Maize[1]

G. J. Shieh, H. S. Lu and C. L. Ho[2]

Summary

Six inbreds and their thirty single cross hybrids were evaluated for days to tasseling, days to silking, top-ear node and total leaf number in field studies conducted in winter of 1989 and spring of 1990. The combined analysis of variance for these traits indicated that the mean squares for crop seasons, genotypes and crop seasons x genotypes interaction were all significant. Analysis using Griffing's Method 1 indicated that general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA) and reciprocal effecfs were highly significant. Both additive and nonadditive components were responsible for the expression of these traits. The GCA effects were not adequate to predict the performance of hybrids. Estimate of GCA、SCA effects and heterosis across crop seasons were not consistent. Inbred Hi31 had larger positive GCA effect and more top-ear node and total leaf number than all other inbreds. Sinice reciprocal effects werr found, caution should be made for choosing inbreds as male or female parents. The inconsistent performance of these traits across crop seasons suggested that evaluation of both inbreds and hybrids conducted in spring and winter is necessary.

Key words : Maize (*Zea mays* L.), Diallel analysis, Genotype x environment interaction, General combining ability, Specific combining ability, Reciprocal effect, Heterosis.

1. Contribution No. 1590 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Asistant agronomist, Senior agronomist and asistant agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufen, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.